



La qualità dell'aria indoor: una priorità ambientale e sanitaria. Proposta di casi studio di ARPA Sicilia sulla qualità dell'aria indoor: il progetto europeo SEARCH

Indoor air quality: an environmental and health priority

Stefania La Grutta,^{1,2} Fabio Cibella³

¹ UOS Ambiente e salute, Agenzia regionale protezione ambientale-ARPA Sicilia

² Società di malattie respiratorie infantili, SIMRI

³ Istituto biomedicina immunologia molecolare, IBIM-CNR Palermo

Corrispondenza: Stefania La Grutta, e-mail: slagrutta@arpa.sicilia.it

Introduzione

L'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) ha stimato che l'impatto globale di malattie derivante dall'esposizione agli inquinanti ambientali indoor è decisamente maggiore rispetto a quello relativo agli inquinanti outdoor. Già nel 2000 l'OMS aveva riconosciuto come fondamentale diritto umano quello secondo cui «ciascuno ha diritto di respirare una sana aria indoor».¹

Successivamente, la necessità di acquisire informazioni concrete per avviare le azioni volte alla riduzione dei rischi sulla salute indotti dagli inquinanti dell'ambiente indoor ha determinato l'avvio del processo europeo di consapevolezza della tematica «ambiente e salute», in particolare nel bambino.

Nel 2003 la Comunità europea ha adottato il nuovo piano strategico su «ambiente e salute», identificando tra gli obiettivi principali la qualità dell'aria outdoor e indoor, gli inquinanti ambientali outdoor e indoor e la valutazione degli effetti sulla salute respiratoria, con particolare attenzione a malattie respiratorie, asma e allergie, e alle fasce di popolazione vulnerabile, cioè i bambini e gli anziani.

Nell'ambito del piano d'azione europeo «Ambiente e salute» del 2004, l'azione 12 è finalizzata a sviluppare le attività di miglioramento della qualità dell'aria indoor. Nello stesso anno, la conferenza dei ministri di ambiente e salute dei 53 paesi della regione europea dell'OMS, riunitasi a Budapest, ha adottato il «Children's environment and health action plan for Europe» (CEHAPE),² nel quale il monitoraggio e la documentazione analitica del rapporto ambiente e salute nel bambino hanno assunto un ruolo progressivamente prioritario.

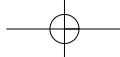
Il progetto SEARCH (School environment and respiratory health in children) si inserisce nella RPG III (Regional priority goals, obiettivi prioritari della regione Europa), contenente i progetti principalmente indirizzati allo studio degli aspetti prioritari della salute infantile, alla prevenzione e riduzione delle malattie respiratorie da inquinanti outdoor e indoor, al sostegno delle azioni volte a ridurre la frequenza degli attacchi asmatici e finalizzate ad assicurare che il bambino possa vivere in un ambiente con aria pulita.

Poiché nei paesi industrializzati lo stile di vita condiziona gli individui a trascorrere circa il 90% del loro tempo dentro ambienti confinati, la qualità degli ambienti indoor è decisamente molto importante.³ I bambini trascorrono la maggior parte del tempo in ambienti chiusi, pertanto gli inquinanti indoor sono un problema rilevante di salute respiratoria in età pediatrica. L'esposizione attraverso l'aria si verifica in differenti microambienti indoor (casa, scuola, palestra, transito). Conoscere i contributi relativi di queste vie di esposizione, degli itinerari di entrata e dell'esposizione da microambienti è essenziale per una gestione del rischio efficace e per l'assegnazione delle risorse necessarie all'avvio di piani d'azione e di misure di contrasto volti alla riduzione e al controllo sia delle concentrazioni degli inquinanti negli ambienti confinati, sia alla prevenzione degli effetti di salute. La miscela degli inquinanti indoor è molto complessa e diversificata, sia per la diversa concentrazione rispetto a quella outdoor, sia per l'aggiunta di sostanze chimiche pericolose derivanti da processi di combustione o rilasciate dai materiali costruttivi o dai prodotti utilizzati per l'igiene ambientale. Inoltre, la presenza di un'alta densità di persone all'interno di un unico spazio chiuso, come usualmente si verifica nelle aule scolastiche, determina un continuo e crescente aumento della concentrazione di CO₂ che, a valori elevati, comporta un notevole abbassamento della qualità dell'aria indoor.

I principali inquinanti indoor sono costituiti dall'esposizione passiva al fumo di tabacco (ETS) e dall'esposizione alle muffe e spore fungine (tabella 1).⁴ È dimostrato che l'esposizione a inquinanti indoor provoca un aumento della morbilità, sostenuto sia da infezioni acute e croniche delle alte e basse vie respiratorie, sia da malattie respiratorie allergiche e infiammatorie (tabella 2).⁵

Il progetto SEARCH

SEARCH è un progetto multicentrico europeo, coordinato dal Regional Center for Central and Eastern Europe (REC) – Ungheria, che si è svolto contemporaneamente in otto paesi eu-



AMBIENTE E SALUTE A GELA

ropei (Italia, Albania, Bosnia, Erzegovina, Serbia, Slovacchia, Austria e Norvegia). Il progetto è stato lanciato e finanziato dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM) in collaborazione con il REC, sulla base di una cooperazione bilaterale Italia-Ungheria. Obiettivi generali del SEARCH sono:

- l'acquisizione di conoscenze sulla qualità dell'aria negli ambienti scolastici;
- il miglioramento della qualità dell'aria indoor nelle scuole;
- la riduzione del numero di bambini affetti da patologie respiratorie;
- ridurre il rischio di nuovi casi.

Metodologicamente, il progetto SEARCH (che ha una sua valenza e una sua peculiarità, in quanto diretto a una popolazione esposta particolarmente vulnerabile) ha sviluppato dapprima la valutazione dell'associazione tra l'ambiente scolastico e la salute respiratoria di un campione di studenti di prima media al fine di suggerire le modalità di mitigazione dell'esposizione ai rischi ambientali; successivamente ha favorito lo sviluppo della consapevolezza ambientale, al fine di sottolineare il ruolo della prevenzione delle malattie respiratorie legate all'ambiente di vita.

ARPA Sicilia ha partecipato alle differenti fasi dello studio coinvolgendo gli operatori tecnici dei dipartimenti provinciali di

Tipi	Inquinante	Fonte
prodotti della combustione	monossido di carbonio (CO)	riscaldamento a gas e kerosene, combustione di legno e carbone, fumo di tabacco
	biossido di azoto (NO ₂)	riscaldamento a gas e kerosene
	particelle respirabili (PM)	combustione di legno e carbone, incendi
	fumo di tabacco (ETS)	fumo di tabacco, sigari, sigarette di tabacco, pipe
composti organici volatili (VOC)	aldeidi (formaldeide) idrocarburi alifatici alogenati idrocarburi aromatici terpeni	mobili, solventi, vernici, colle, detersivi, fumo di tabacco
principali allergeni indoor	acari • acari della polvere	polvere, moquette, parquet
	animali domestici • cani, gatti	forfora
	uccelli	
	insetti • scarafaggi	
	funghi (muffe)	umidità
	pollini	piante

Tabella 1. Principali inquinanti indoor e relative fonti.

Table 1. Main indoor pollution and relevant sources.

Palermo e Ragusa, con il coordinamento delle ST VIII Ambiente e salute e della ST IV Aria della Direzione generale.

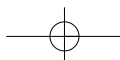
Lo studio si è svolto a Palermo nel periodo febbraio-marzo 2008 con la partecipazione di 200 alunni delle scuole medie statali Borgese e Leonardo da Vinci, site rispettivamente in aree extra urbana e urbana.

Nella fase di valutazione dell'esposizione, ARPA Sicilia, così come le altre ARPA (ARPA Emilia-Romagna, ARPA Lazio, ARPA Piemonte, ARPA Sardegna), è stata coordinata dalla capofila ARPA Lombardia per la gestione tecnica del monitoraggio ambientale, inclusa la determinazione dei principali parametri

Inquinante indoor	Effetto sulla salute respiratoria del bambino	Effetto sull'ambiente
NO ₂	gas irritante che produce malattie respiratorie; induce un peggioramento della funzionalità polmonare nei soggetti asmatici	si ossida in atmosfera diventando acido nitrico, il maggior componente delle piogge acide; si combina con i VOC per formare ozono
CO	aumento dei sintomi respiratori, riduzione della funzionalità polmonare, asma	si ossida in atmosfera diventando CO ₂ , un gas a effetto serra; può legarsi ad altri gas formando ozono
PM	l'effetto delle particelle sulla salute dipende dalla grandezza delle stesse; aumento dei sintomi respiratori, riduzione della funzionalità polmonare, asma	fumi e polveri agiscono sulle manifatture e sulle costruzioni, sporcando e scolorendo le strutture.
VOC	in rapporto alla loro natura chimica producono irritazione delle alte e basse vie respiratorie	in atmosfera possono legarsi agli ossidi di azoto per formare ozono; reagendo con l'ozono, il terpene può determinare la formazione di prodotti secondari (limonene)
ETS, environmental tobacco smoke	aumento dei sintomi respiratori, riduzione della funzionalità polmonare, iperreattività bronchiale	
Batteri, virus, allergeni	irritazione delle alte e basse vie respiratorie; sensibilizzazione e malattie allergiche (asma, rinocongiuntivite)	

Tabella 2. Effetti degli inquinanti indoor sulla salute respiratoria dei bambini e sull'ambiente.

Table 2. Effects of indoor pollutants on respiratory health of children and the environment.



microclimatici (temperatura, umidità) e della CO₂. E' stata effettuata la misura della qualità dell'aria nelle aule scolastiche durante la normale attività scolastica attraverso l'utilizzo di appositi campionatori passivi (Radiello®) esposti per tutto l'arco della settimana scolastica (4-5 giorni feriali).

Sono stati così determinati:

- i contaminanti atmosferici in fase gassosa: NO₂ (biossido di azoto), CH₂O (formaldeide), BTEX (benzene, toluene, xilene ecc.);
- le frazioni granulometriche del particolato atmosferico (PM10). E si sono misurati direttamente:
- CO (monossido di carbonio), CO₂ (biossido di carbonio);
- i principali parametri fisici dell'aria, come la temperatura e l'umidità relativa, nell'arco della giornata scolastica.

Mediante la compilazione di schede-questionario si sono valutati lo stato e la manutenzione dell'edificio scolastico. Inoltre, durante la settimana di monitoraggio indoor si è contemporaneamente eseguito il monitoraggio della qualità dell'aria outdoor con l'ausilio del mezzo mobile in dotazione all'Agenzia. Il tecnico incaricato dalla Fondazione Maugeri, facente parte della task force di Coordinamento nazionale, ha eseguito la misura della valutazione della funzionalità respiratoria (spirometria) su tutti gli alunni per i quali i genitori avevano confermato la partecipazione con la firma del consenso informato.

A tutti i genitori degli alunni partecipanti è stata richiesto di compilare un questionario volto a indagare la storia di malattia respiratoria e allergica familiare e personale del bambino, le abitudini di vita, lo stile alimentare, la presenza di fattori indoor irritativi (fumo, arredi) o allergenici (animali domestici). Va sottolineato che una considerevole sezione del questionario conteneva numerose domande riguardanti le caratteristiche costruttive della casa (ubicazione, tipologia, numero di stanze, pareti, pavimenti, arredi eccetera).

Agli insegnanti è stato sottoposto un questionario informativo sulle caratteristiche delle attività giornaliere svolte in classe e delle aule (ampiezza, numero di finestre, luminosità, rumore, tipologia e frequenza delle pulizie).

Dalle prime analisi dei dati raccolti per la valutazione della qualità dell'aria nell'ambiente scolastico emergono valori molto elevati dei differenti contaminanti. Dall'analisi integrata con i dati di funzione respiratoria dei ragazzi sarà possibile valutare gli effetti conseguenti all'esposizione dei bambini a fattori ambientali di rischio.

I risultati del progetto SEARCH saranno divulgati in Italia durante la conferenza ministeriale di «Ambiente e Salute» nel 2010.

La campagna di monitoraggio ARPA-IBIM

Nel corso del biennio 2007-2008 ARPA Sicilia, in collaborazione con l'Istituto di biomedicina e immunologia molecolare (IBIM) del CNR di Palermo, ha condotto una campagna di monitoraggio dell'ambiente indoor e del micro-outdoor nelle abitazioni di 300 alunni di scuola media inferiore distribuite sul territorio della città di Palermo.

Il campionamento è avvenuto a partire da un'indagine epidemiologica condotta durante l'anno scolastico 2005-2006 che ha consentito la valutazione di 2.150 alunni di 16 scuole medie statali cittadine. Sulla base dei risultati dell'indagine operata mediante questionario e sulla base della distribuzione sul territorio cittadino, e dopo che le abitazioni di tutti i soggetti studiati sono state georeferenziate sulla cartografia numerica di Palermo mediante tecnologia GIS (geographical information system), sono state selezionate le 300 abitazioni in cui è stato eseguito il monitoraggio di NO₂ (biossido di azoto) e BTEX (idrocarburi volatili).

Campionatori passivi (Radiello®) sono stati posizionati per una settimana durante il periodo primaverile e una settimana in quello invernale sia all'interno delle abitazioni (nel soggiorno) sia all'immediato esterno (balcone), mentre al ragazzo venivano eseguiti test allergici cutanei per la determinazione della sensibilizzazione allergica e l'esame spirometrico per la valutazione della funzione respiratoria. Ai genitori, inoltre, è stato consegnato un questionario relativo alla salute respiratoria e alle abitudini di vita e alimentari dei figli, comprensivo anche di informazioni sull'esposizione a eventuali fattori di rischio (fumo passivo, muffe, traffico veicolare attorno all'abitazione eccetera) e sulle abitudini domestiche (tipo di riscaldamento, consuetudine all'apertura di finestre e balconi, uso di aspirapolvere, utilizzo di solventi e prodotti per la pulizia in ambito domestico eccetera).

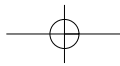
I primi risultati indicano che all'interno delle abitazioni i livelli degli inquinanti misurati sono superiori a quelli rilevati all'esterno, e sono correlati con la frequenza di disturbi respiratori dei ragazzi. Ciò dimostra che esistono fenomeni di «segregazione» degli inquinanti nell'ambito domestico e quanto possa essere importante la realizzazione di campagne di monitoraggio degli ambienti indoor, oltre che di quelli outdoor, in quanto i ragazzi trascorrono all'interno della propria abitazione gran parte della loro giornata.

Appare necessario, inoltre, programmare campagne di educazione rivolte alle famiglie e mirate all'ottenimento di una migliore qualità dell'aria indoor.

Conclusioni

Sebbene a oggi gli standard ambientali non siano ancora volti verso un'efficace protezione della salute del bambino, è evidente che alcune comuni attività svolte in ambito scolastico (peraltro suscettibili di modifica a seguito dell'intervento educativo), come il fumare sigarette e spazzare i pavimenti in presenza dei bambini, contribuiscono enormemente ad aumentare la concentrazione degli inquinanti indoor, e soprattutto la possibilità dei loro effetti avversi.

La semplice apertura delle finestre determina non soltanto una significativa riduzione dei livelli indoor di particelle di particolato con dimensioni >1 micron, ma anche una notevole riduzione degli elevati livelli di CO₂. E' infatti riportato che l'utilizzo di sistemi di ventilazione naturale risulta for-



AMBIENTE E SALUTE A GELA

temente protettivo nei confronti del catarro persistente. L'applicazione di strategie di intervento finalizzate alla riduzione degli inquinanti indoor presenti negli ambienti scolastici, con l'obiettivo di ridurre e contrastarne il ruolo di fattori di rischio per l'asma e per i disturbi respiratori, è di tipo multisettoriale. E' necessario infatti prevedere differenti piani di azione tra loro correlati con il coinvolgimento attivo delle istituzioni, degli insegnanti e degli alunni e dei loro genitori.

E' inoltre particolarmente importante aumentare le conoscenze sulla qualità dell'aria indoor soprattutto nelle zone urbane prossime agli insediamenti industriali (in Sicilia esistono tre poli industriali a elevato impatto ambientale), dove l'emissione di particolari inquinanti modifica sostanzialmente la qualità dell'aria outdoor, ma dove nulla è ancora conosciuto a livello degli ambienti domestici. Tali miscele possono avere implicazioni diverse sulla qualità dell'aria indoor e, di conseguenza, sulla salute respiratoria delle fasce di maggiore vulnerabilità.

Appare pertanto di estremo interesse che vengano programmate campagne di epidemiologia ambientale che includano non solo procedure rilevamento della qualità dell'aria outdoor, ma anche dei livelli indoor degli inquinanti ambientali.

Conflitti di interesse: nessuno.

Bibliografia

1. WHO (2000). *The Right to Healthy Indoor Air*. Report on WHO meeting, Bilthoven, Netherlands, 15-17.05.2000. <http://www.euro.who.int/document/e69828.pdf>
2. *Children's Environment and Health Action Plan for Europe*. Fourth Ministerial Conference on Environment and Health, Budapest, 23-25.06.2004 (EUR/04/5056267/7). <http://www.euro.who.int/document/e83338.pdf>
3. Richardson G, Eick S, Jones R. How is the indoor environment related to asthma?: literature review. *J Adv Nurs* 2005; 52: 328-39.
4. Ezzel RA. Indoor and outdoor air pollution: tobacco smoke, moulds and diseases in infants and children. *Int J Hyg Environ Health* 2007; 210(5): 611-16.
5. Franklin PJ. Indoor air quality and respiratory health in children. *Paediatr Respir Rev* 2007; 8(4): 281-86.

